



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 197 31 480 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
H 04 B 7/15
H 04 B 1/40
H 03 D 9/00
H 03 D 7/16
H 03 C 3/00

⑯ Aktenzeichen: 197 31 480.5
⑯ Anmeldetag: 22. 7. 97
⑯ Offenlegungstag: 20. 5. 98

⑯ Unionspriorität:
747082 13. 11. 96 US
⑯ Anmelder:
Hewlett-Packard Co., Palo Alto, Calif., US
⑯ Vertreter:
Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81479
München

⑯ Erfinder:
Scherer, Dieter, Palo Alto, Calif., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Programmierbares Bandauswahl- und Übertragungsmodul für eine Basisstation eines lokalen

Mehrpunktverteilerdienstes

⑯ Programmierbare Sende- und Empfangsbandauswahl-/Übertragungsmodule liefern eine preisgünstige Einrichtung zum Auswählen und Umsetzen von spektralen Segmenten in Sektoren einer LMDS-Basisstation. Die Module sind programmierbar, um spektrale Segmente auszuwählen und die Frequenz der ausgewählten Segmente zu bestimmten spektralen Positionen in dem Ausgangssignal des Sektors umzusetzen. Jedes Modul verschiebt die Frequenz eines angelegten Mikrowellensignals, um ein vorbestimmtes spektrales Segment um eine ZF-Frequenz anzugeben. Das vorbestimmte spektrale Segment wird daraufhin unter Verwendung eines Festfrequenzfilters bei der ZF-Frequenz ausgewählt. Das spektrale Segment weist eine von mehreren Bandbreiten auf, die von einem der mehreren Festfrequenzfilter in den Modulen ausgewählt wird. Das Modul setzt die Frequenz des ausgetrennten spektralen Segments um, um das ausgewählte spektrale Segment um eine Ausgangsfrequenz anzugeben, um das Ausgangssignal des Sektors zu liefern. Ein Piloten-Signal oder ein Dienstkanal kann optional vor der Frequenzumsetzung mit dem gefilterten spektralen Segment zusammengefaßt werden.

DE 197 31 480 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Basisstationen von lokalen Mehrpunktverteildiensten (LMDS; LMDS = Local Multipoint Distribution Service = lokaler Mehrpunktverteildienst) und insbesondere auf programmierbare Module in Basisstationen, die spektrale Segmente von Eingangssignalen auswählen und die Frequenz der spektralen Segmente zu bestimmten spektralen Positionen in Ausgangssignalen umsetzen.

Ein lokaler Mehrpunktverteildienst (LMDS) liefert einen drahtlosen Zugriff auf die Informationsautobahn. Spektren, die dem Millimeterwellen-Frequenzbereich (mm-Wellen) zugeordnet sind, liefern eine drahtlose Verbindung zwischen Basisstationen und entfernten Teilnehmern in dem Dienst. Basisstationen enthalten mehrere Sektoren, welche eine Schnittstelle mit einem Kopfende bilden, das mit der Informationsautobahn gekoppelt ist. Bei einem Sendemodus empfängt ein Sektor ein gesendetes Mikrowellensignal von dem Kopfende und erzeugt ein Ausgangssignal, das daraufhin nach oben umgesetzt wird, um ein gesendetes mm-Welle signal zu bilden. Bei einem Empfangsmodus empfängt der Sektor ein empfangenes Mikrowellensignal von einem nach unten umgesetzten mm-Wellensignal und erzeugt ein Ausgangssignal, das an das Kopfende angelegt wird. Sowohl bei dem Sende- als auch dem Empfangsmodus filtert der Sektor die Mikrowellensignale, um ein bestimmtes spektrales Segment von mehreren spektralen Segmenten oder Frequenzbändern in dem Mikrowellensignal auszuwählen. Der Sektor setzt daraufhin die Frequenz des ausgewählten Segments in eine gewünschte spektrale Position in dem Ausgangssignal um. Typischerweise arbeiten der Sende- und Empfangsmodus in jedem der mehreren Sektoren der Basisstation gleichzeitig.

Das Filtern der Mikrowellensignale, die von dem Sektor empfangen werden, ist unter Verwendung gegenwärtig verfügbarer Filter eine schwierige Aufgabe. Abstimmbare Filter weisen Durchlaßbänder auf, die über dem Frequenzbereich des angelegten Mikrowellensignals gewobbelt werden, um sich mit einem auszuwählenden spektralen Segment des Signals auszurichten. Diese Filter, typischerweise Yttrium-Indium-Granat-Filter (YIG-Filter) oder Varaktor-abgestimmte Filter, sind zum Auswählen der spektralen Segmente von den Mikrowellensignalen, die an einen Sektor angelegt sind, nicht gut geeignet. Die Frequenzantwortcharakteristika, wie z. B. der Amplitudenfrequenzgang, die Gruppenlaufzeit und die Abstimmgeschwindigkeit, werden durch die Abstimmmelemente in den Filtern begrenzt und beeinträchtigen das Verhalten der Sektoren in einer LMDS-Basisstation. Geschaltete Mikrowellenfilter können bezüglich der Frequenzantwortcharakteristika und der Umschaltgeschwindigkeit optimiert werden, wobei jedoch diese geschalteten Filter aufwendig sind. Sowohl abstimmbare als auch geschaltete Filter weisen vordefinierte Bandbreiten und Frequenzbetriebsbereiche auf, welche nicht ohne weiteres an die flexiblen Leistungsmerkmale eines LMDS, wie z. B. die Auswahl von spektralen Segmenten mit unterschiedlichen Bandbreiten und das Unterbringen von empfangenen Mikrowellensignalen mit variablen Frequenzbereichen, anpaßbar sind.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte und preiswerte Vorrichtung für eine programmierbare Auswahl und Umsetzung von spektralen Segmenten in den Sektoren einer LMDS-Basisstation und ein verlässliches Verfahren zum Auswählen und Umsetzen eines spektralen Segments in den Sektoren einer LMDS-Basisstation zu schaffen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird durch ein

programmierbares Bandauswahl/Übertragungsmodul für ein LMDS gemäß Anspruch 1 und durch ein Verfahren zum Auswählen eines vorbestimmten spektralen Segments gemäß Anspruch 10 gelöst.

- 5 In jedem Sektor einer LMDS-Basisstation sind programmierbare Sende- und Empfangsbandauswahl/Übertragungsmodule enthalten. Jedes Modul ist programmierbar, um ein bestimmtes spektrales Segment von einem Mikrowellensignal auszuwählen, das an das Modul angelegt ist, und ist ferner programmierbar, um die Frequenz des spektralen Segments in eine bestimmte spektrale Position an dem Ausgang des Sektors umzusetzen. Die Auswahl eines spektralen Segments mit einer von mehreren Bandbreiten und das Unterbringen von Mikrowellensignalen mit variierenden Frequenzbereichen werden unter Verwendung der Module ohne weiteres erreicht.
- 10 Gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung empfängt ein programmierbares Sendebandauswahl/Übertragungsmodul (tPST; tPST = transmit programmable band select/transfer module = programmierbares Sendebandauswahl/Übertragungsmodul) in einem Sektor ein gesendetes ZF-Mikrowellensignal (ZF = Zwischenfrequenz) von einem Kopfende. Das tPST ist programmiert, um ein bestimmtes spektrales Segment von diesem ZF-Mikrowellensignal auszufiltern und um die Frequenz des spektralen Segments in eine unabhängig programmierte spektrale Position umzusetzen, um das Ausgangssignal des tPST zu bilden. Dieses Ausgangssignal wird daraufhin nach oben umgesetzt, um ein gesendetes mm-Wellensignal bereitzustellen, das zu den Teilnehmern gesendet wird. An dem Ausgangssignal des tPST kann ein optionales Pilotsignal angebracht sein.
- 15

Gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung empfängt ein programmierbares Empfangsbandauswahl/Übertragungsmodul (rPST; rPST = receive programmable band select/transfer module = programmierbares Empfangsbandauswahl/Übertragungsmodul) in einem Sektor ein Mikrowellensignal von einem nach unten umgesetzten mm-Wellensignal. Das rPST ist programmiert, um ein bestimmtes spektrales Segment von dem Mikrowellensignal auszufiltern und um die Frequenz des spektralen Segments in eine unabhängig programmierte spektrale Position umzusetzen, um das Ausgangssignal des rPST zu bilden. Dieses Ausgangssignal wird mit Ausgangssignalen von den rPSTs der anderen Sektoren in der Basisstation kombiniert, um ein ZF-Empfangsmikrowellensignal zu liefern, das an dem Kopfende angelegt wird.

Die rPST- und tPST-Module wählen jeweils ein spektrales Segment von einem angelegten Mikrowellensignal aus, indem zuerst die Frequenz des Mikrowellensignals verschoben wird, derart, daß das programmierte auszuwählende spektrale Segment um eine vorbestimmte ZF-Frequenz angeordnet ist. Sobald dasselbe zu der ZF-Frequenz verschoben ist, wird das spektrale Segment ausgewählt, indem das frequenzverschobene Mikrowellensignal unter Verwendung eines von mehreren Festfrequenzfiltern ausgefiltert wird. Diese Filter weisen Frequenzantworten auf, die zum Auswählen von spektralen Segmenten optimiert sind. Jedes der mehreren Filter mit fester Frequenz weist eine unterschiedliche Bandbreite auf, wodurch es ermöglicht wird, daß spektrale Segmente mit verschiedenen Bandbreiten ausgewählt werden, indem zwischen den Mehrfachfiltern abwechselnd umgeschaltet wird. Das ausgewählte spektrale Segment wird daraufhin frequenzmäßig in eine programmierte spektrale Position in den Ausgangssignalen der Module umgesetzt. Die Module liefern eine preisgünstige Lösung für eine programmierbare Auswahl und Umsetzung von spektralen Segmenten in Sektoren einer LMDS-Basisstation.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Basisstation eines lokalen Mehrpunktverteil-dienstes (LMDS) einschließlich der programmierbaren Sende- und Empfangsbandauswahl/Übertragungsmodule, die gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung aufgebaut sind;

Fig. 2 ein programmierbares Sendebandauswahl/Übertragungsmodul (tPST), das gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist;

Fig. 3 das tPST von Fig. 2, das ein angebrachtes Pilotignal aufweist; und

Fig. 4 ein programmierbares Empfangsbandauswahl/Übertragungsmodul (rPST), das gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

Fig. 1 zeigt eine Basisstation 10 eines lokalen Mehrpunktverteil-dienstes (LMDS), die ein programmierbares Sendebandauswahl/Übertragungsmodul (tPST) 30 und ein programmierbares Empfangsbandauswahl/Übertragungsmodul (rPST) 40 aufweist, die gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung aufgebaut sind. Die Basisstation weist ein Basismodul 5, das typischerweise in Innenräumen oder auf der Erde angeordnet ist, und sektorisierte Antennenmodule 20a, 20d auf, die typischerweise an einer Mastspitze oder auf einem Dach eines Gebäudes angeordnet sind. Jedes der sektorisierten Antennenmodule 20a, 20d (es sind zwei gezeigt) entspricht jeweils einem der mehreren Sektoren 15a-15d in dem Basismodul 5. Die sektorisierten Antennenmodule 20a, 20d liefern die drahtlose Verbindung zwischen den Teilnehmern (nicht gezeigt) und dem Basismodul 5. Die Funktionselemente eines der Sektoren 15a sind dargestellt. Typischerweise weist jeder der Sektoren 15a-15d identische Funktionselemente auf. Das Basismodul ist wiederum über eine Schnittstelle 12 mit dem Übertragungsmedium der Informationsautobahn an einem Kopfende (nicht gezeigt) verbunden.

Den Signalen, die Sendeantennen 21a, 21d und Empfangsantennen 22a, 22d mit den Teilnehmern verbinden, sind in dem mm-Wellen-Frequenzbereich getrennte Spektren zugeordnet. Bei diesem Beispiel belegen gesendete mm-Wellensignale 23a, 23d (die Spektren sind gezeigt), die die Basisstation 10 mit den Teilnehmern verbinden, in einem flußabwärtigen Weg 77 den Frequenzbereich von 27,5 bis 28,35 GMz. Empfangene mm-Wellensignale 24a, 24d (die Spektren sind gezeigt) verbinden die Teilnehmer mit dem Basismodul 5 in einem flußaufwärtigen Weg 72 und belegen den Frequenzbereich von 31 bis 31,3 GHz.

In dem flußabwärtigen Weg 77 wird das gesendete mm-Wellensignal 23a von einem flußabwärtigen Mikrowellensignal 7 (das Spektrum ist gezeigt) in dem Frequenzbereich von 2,0 bis 2,85 GHz erzeugt, das von einem Ausgang 9 des tPST 30 in einem entsprechenden Sektor 15a in dem Basismodul 5 bereitgestellt wird. Das flußabwärtige Mikrowellensignal 7 ist an einen Aufwärtsumsetzer 26a in dem sektorisierten Antennenmodul 20a angelegt. Der Aufwärtsumsetzer 26a erzeugt aus dem flußabwärtigen Mikrowellensignal 7 das gesendete mm-Wellensignal 23a, das an die Sendeantenne 21a angelegt ist, die dem Sektor 15a entspricht. Das flußabwärtige Mikrowellensignal 7, das von dem tPST 30 bereitgestellt wird, wird durch Verarbeiten eines gesendeten ZF-Mikrowellensignals 6 crzcugt, das an einem Eingang 8 des tPST 30 mittels der Schnittstelle 12 von dem Übertragungsmedium der Informationsautobahn bereitgestellt wird. Das Übertragungsmedium ist bei diesem Beispiel eine opti-

sche Faser, wobei die Schnittstelle 12 ein opto-elektrischer Umsetzer (O/E-Umsetzer) ist, der ein moduliertes optisches Signal TxZF in das gesendete ZF-Mikrowellensignal 6 umwandelt, das an einen Eingang 8 des tPST 30 angelegt ist.

In dem flußaufwärtigen Weg 72 trifft das empfangene mm-Wellensignal 24a auf eine Empfangsantenne 22a und ist an einem Abwärtsumsetzer 28a angelegt, welcher aus dem empfangenen mm-Wellensignal 24a ein flußaufwärtiges Mikrowellensignal 12 (das Spektrum ist gezeigt) in dem Frequenzbereich von 0,70 bis 1,0 GHz erzeugt. Der Abwärtsumsetzer 28a ist in dem sektorisierten Antennenmodul 20a angeordnet und mit der Empfangsantenne 22a gekoppelt. Das flußaufwärtige Mikrowellensignal 12 ist an einen Eingang 13 eines rPST 40 in dem Sektor 15a angelegt, der der Empfangsantenne 22a entspricht. Das rPST 40 verarbeitet das flußaufwärtige Mikrowellensignal 12, um an dem Ausgang 14 des rPST 40 ein empfangenes ZF-Mikrowellensignal 16 zu crzcugen, das an die Schnittstelle 12 angelegt ist. Die Schnittstelle kombiniert daraufhin das empfangene ZF-Mikrowellensignal 16 mit den empfangenen ZF-Mikrowellensignalen von den anderen Sektoren 15b-15d in dem Basismodul 5 und wandelt das kombinierte Signal in ein moduliertes optisches Signal RxZF um, das an das Übertragungsmedium weitergegeben wird.

Fig. 2 zeigt ein programmierbares Sendebandauswahl/Übertragungsmodul 30 (tPST), das gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist. Das gesendete ZF-Mikrowellensignal 6 (das Spektrum ist gezeigt) wird von der Schnittstelle 12 (nicht gezeigt) an einen Eingang 8 des tPST 30 angelegt. Bei diesem Beispiel weist das gesendete ZF-Mikrowellensignal 6 eine Bandbreite von 850 MHz (2,0-2,85 GHz) auf, die der Bandbreite von 850 MHz des gesendeten Mikrowellensignals 23a (27,5-28,35 GHz) entspricht, und kann 21 optische Trägerbänder (OC1; OC = optical carrier = optischer Träger) enthalten, die jeweils 40 MHz breit sind. Typischerweise werden nur wenige der 21 OC1-Bänder an jede Basisstation 10 übertragen, während der Rest der Bänder für eine Übertragung durch andere Basisstationen in dem LMDS bestimmt ist. Ein tPST 30 in einem Sektor 15a einer Basisstation 10 kann beispielsweise lediglich ein OC1-Band übertragen. Das tPST 30 in einem Sektor 15a wählt das spezielle OC1-Band 33 von dem angelegten ZF-Sendemikrowellensignal 6 aus und setzt daraufhin die Frequenz des OC1-Bands 33 in eine bestimmte spektrale Position 31 in dem flußabwärtigen Mikrowellensignal 7 (das Spektrum ist gezeigt) an dem Ausgang 9 des tPST 30. Die relative spektrale Position des ausgewählten OC1-Bands 31 in dem flußabwärtigen Mikrowellensignal 7, das von dem tPST 30 bereitgestellt wird, wird beibehalten, nachdem das flußabwärtige Mikrowellensignal 7 nach oben umgesetzt ist, um das gesendete mm-Wellensignal 23a zu erzeugen.

Um das flußabwärtige Mikrowellensignal 7 zu erzeugen, wählt das tPST 30 ein spektrales Segment von dem ZF-Sendemikrowellensignal 6 aus. Die spektrale Position des spektralen Segments oder OC1-Bands 33, das ausgewählt werden soll, ist um eine Frequenz FEIN angeordnet. Ein erstes Lokaloszillatorsignal LO1 ist an das L-Tor des Eingangsmischers 35 angelegt. Das Signal LO1 wird von einem Eingangslokaloszillator 36 erzeugt, der über ein Steuertor t1 frequenzmäßig programmiert wird, um eine Ausgangsfrequenz F_{LO1} zu erzeugen, die um eine vorbestimmte ZF-Frequenz F_{ZF} von der Eingangsfrequenz F_{EIN} versetzt ist. Falls beispielsweise die Eingangsfrequenz F_{EIN} , um welche das spektrale Segment angeordnet ist, 2,3 GHz beträgt und die vorbestimmte ZF-Frequenz F_{ZF} 1,2 GHz beträgt, dann wird der Eingangslokaloszillator 36 zu einer Oszillatorkreisfrequenz $F_{LO1} = F_{EIN} + F_{ZF} = 3,5$ GHz abgestimmt. An einem I-Tor

des Eingangsmischers 35 wird das spektrale Segment 33, welches um die Eingangsfrequenz F_{EIN} angeordnet ist, frequenzmäßig nach unten zu der vorbestimmten ZF-Frequenz F_{ZF} verschoben, welche bei diesem Beispiel 1,2 GHz beträgt. Folglich wird das spektrale Segment 33 um die vorbestimmte ZF-Frequenz F_{ZF} angeordnet. Das verschobene ZF-Mikrowellensignal wird dann an eines der mehreren Bandauswahlfilter 39a, 39b, 39c angelegt, welche über ein Steuertor t_4 ausgewählt werden, welches Umschalter S1a, S1b betätigt. Bei diesem Beispiel werden jeweils ein, zwei oder drei OC1-Bänder von den Bandauswahlfilters 39b, 39a, 39d durchgelassen. Die Wahl der Bandbreiten gestattet eine Auswahl von 40, 80 oder 120 MHz breiten spektralen Segmenten, die dem einem, den zwei oder drei OC1-Bändern entsprechen. Da die Filterung bei dieser festen vorbestimmten ZF-Frequenz F_{ZF} stattfindet, können die Filter 39a, 39b, 39c bezüglich der Selektivität, der Gruppenlaufzeit und des Amplitudenfrequenzgangs optimiert werden. Das verschobene spektrale Segment 34, das mittels eines der Filter 39a, 39b, 39c ausgewählt wird, wird daraufhin an ein I-Tor eines Ausgangsmischers 37 angelegt. Ein zweites Lokaloszillatortsignal LO2 wird von einem Ausgangslokaloszillator 38 erzeugt, der über ein Steuertor t_3 frequenzmäßig programmiert ist, um eine Oszillatorkennfrequenz F_{LO2} zu erzeugen. Das Lokaloszillatortsignal LO2 ist an das L-Tor des Ausgangsmischers 37 angelegt. An einem R-Tor des Ausgangsmischers 37 wird das verschobene spektrale Segment 34 in eine bestimmte spektrale Position in dem Sendemikrowellensignal 7 an dem Ausgang 9 des tPST umgesetzt. Das spektrale Segment 33 des angelegten gesendeten ZF-Mikrowellensignals 6, das ursprünglich um die Eingangsfrequenz F_{EIN} angeordnet ist, wird zu einer spektralen Position F_{AUS} in dem flußabwärtigen Mikrowellensignal 7 an dem Ausgang des tPST 30 übertragen. Um das spektrale Segment 33 von einer Position F_{EIN} zu einer spektralen Position F_{AUS} umzusetzen, sind die Frequenzen des Eingangslokaloszillators 36 und des Ausgangslokaloszillators 38 gemäß der folgenden Gleichung programmiert:

$$F_{AUS} = F_{EIN} + (F_{LO2} - F_{LO1}).$$

Bei diesem Beispiel ist der Frequenzbereich (2,0–2,85 GHz) des ZF-Sendemikrowellensignals 6 an dem Eingang 8 bezüglich des Frequenzbereichs des flußabwärtigen Mikrowellensignals 7 an dem Ausgang 9 gleich. Folglich können identische, jedoch unabhängig programmierbare Eingangs- und Ausgangslokaloszillatoren 36, 38 verwendet werden, um die Signale LO1 und LO2 zu erzeugen. Die Oszillatoren 36, 38 weisen einen Betriebsfrequenzbereich von 3,2–4,05 GHz und eine Schrittweite von 1,25 MHz auf. Um das Phasenrauschen zu minimieren, das durch die Frequenzverschiebung und Umsetzung der spektralen Segmente 33 und 34 hinzugefügt wird, wird ein Referenzsignal mit einem niedrigen Phasenrauschen an einen Referenzeingang REF für eine Phasensynchronisation des Eingangslokaloszillators 36 und des Ausgangslokaloszillators 38 angelegt.

Fig. 3 zeigt das tPST 30 von Fig. 2, das ein optional angebrachtes Pilotsignal 32 (das Spektrum ist gezeigt) aufweist. Eine Verschiebung des auszuwählenden spektralen Segments 33 von der Frequenz F_{EIN} zu der vorbestimmten ZF-Frequenz F_{ZF} (bei diesem Beispiel 1,2 GHz) ermöglicht es, daß das Pilotsignal 32 oder ein zusätzlicher Dienstkanal an der Bandkante des ausgewählten spektralen Segments 34 an dem ausgewählten spektralen Segment 34 angebracht wird. Das Hinzufügen des Pilotsignals 32 oder des Dienstkanals ist optional, falls jedoch das/dieselbe aufgenommen ist, werden diese zusätzlichen Signale einfach an einen Piloteneingang P angelegt und mit dem spektralen Segment 34 an dem

I-Tor des Ausgangsmischers 37 zusammengefaßt. Wenn das Pilotsignal 32 oder der Dienstkanal und das ausgewählte spektrale Segment 34 unter Verwendung des Mischers 37 frequenzmäßig umgesetzt werden, wird der Frequenzversatz zwischen dem angebrachten Pilotsignal 32 oder Dienstkanal und dem spektralen Segment 34 bei der vorbestimmten ZF-Frequenz F_{ZF} in dem flußabwärtigen Mikrowellensignal 7 an dem Ausgang 9 des tPST 30 beibehalten.

Fig. 4 zeigt ein programmierbares Empfangsbandauswahl/Übertragungsmodul (rPST) 40, das gemäß dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist. Das flußaufwärtige ZF-Mikrowellensignal 12 (das Spektrum ist gezeigt) wird aus dem nach unten umgesetzten empfangenen mm-Wellensignal 24a (gezeigt in Fig. 1) erzeugt und an einen Eingang 13 des rPST 40 angelegt. Bei diesem Beispiel wird eine Bandbreite von 300 MHz, die dem empfangenen mm-Wellensignal 24a mit einer Frequenz von 31,0 bis 31,3 GHz entspricht, zu dem flußaufwärtigen Mikrowellensignal 12 in dem Frequenzbereich von 0,7 bis 1,0 GHz nach unten umgesetzt. Typischerweise wird das 300-MHz-Band in vier empfangene Bänder 43 unterteilt, die jeweils 75 MHz breit sind. Ein derartiges Band 43 ist dargestellt. Das flußaufwärtige Mikrowellensignal 12 ist an das R-Tor eines Empfangseingangsmischers 45 angelegt. Die auszuwählende spektrale Position des empfangenen Bands ist um eine Eingangsfrequenz F_{EIN} angeordnet.

Ein Signal rLO1 wird von einem Empfangseingangoszillator 46 erzeugt, der über ein Steuertor r_1 programmiert ist, um eine Ausgangsfrequenz F_{rLO1} zu erzeugen, die um eine vorbestimmte ZF-Frequenz F_{ZF} von der Eingangsfrequenz F_{EIN} versetzt ist. Bei diesem Beispiel beträgt die vorbestimmte ZF-Frequenz F_{ZF} 400 MHz. An dem I-Tor des Empfangseingangsmischers 45 wird die Eingangsfrequenz F_{EIN} des flußaufwärtigen Mikrowellensignals 12 verschoben, derart, daß die Eingangsfrequenz F_{EIN} gleich der vorbestimmten ZF-Frequenz F_{ZF} ist. Das auszuwählende spektrale Segment 43 von dem verschobenen vorgesetzten Mikrowellensignal ist dann um die vorbestimmte ZF-Frequenz F_{ZF} angeordnet. Das verschobene Band 44 des flußabwärtigen Mikrowellensignals 12 wird dann an ein Bandpaßfilter 49 angelegt. Bei diesem Beispiel ist das Bandpaßfilter 49 mit einem akustischen Oberflächenwellenfilter (SAW-Filter; SAW = surface acoustic wave = akustische Oberflächenwelle) mit einer Bandbreite von 75 MHz und einer hohen Selektivität implementiert.

Das SAW-Filter 49 wählt das 75 MHz breite Band oder spektrale Segment 44 aus, das um die ZF-Frequenz F_{ZF} angeordnet ist. Das spektrale Segment 44 ist an das I-Tor eines Empfangsausgangsmischers 47 angelegt. Ein Signal rLO2 wird von einem Empfangsausgangoszillator 48 erzeugt, der über ein Steuertor r_3 programmiert ist, um eine Frequenz F_{rLO2} zu erzeugen. Das Signal rLO2 ist an das L-Tor des Empfangsausgangsmischers 47 angelegt, welcher das ausgewählte spektrale Segment 44 in eine bestimmte spektrale Position F_{AUS} in dem empfangenen ZF-Mikrowellensignal 15 an dem Ausgang 14 des rPST umsetzt. Das spektrale Segment des angelegten flußabwärtigen Mikrowellensignals 12, das ursprünglich um die Eingangsfrequenz F_{EIN} angeordnet ist, wird durch Programmieren der Frequenz des Empfangsausgangslokaloszillators 48 umgesetzt. Bei diesem Beispiel sind der Frequenzbereich (0,7–1,0 GHz) des flußabwärtigen Mikrowellensignals 12 an dem Eingang 13 und der Frequenzbereich (0,95–1,25 GHz) des empfangenen ZF-Mikrowellensignals 15 an dem Ausgang unterschiedlich. Folglich sind der Frequenzbereich des Empfangseingangoszillators 46 (1,1–1,4 GHz) und der Frequenzbereich des Empfangsausgangoszillators 48 (1,35–1,65 GHz) in

dem rPST 40 unterschiedlich. Beide Oszillatoren 46, 48 weisen eine Frequenzeinstellungsschrittweite von 1,25 MHz auf.

Die Auswahl eines spektralen Segments 44 durch das SAW-Filter 49 verringert das Rauschen, das in dem empfangenen ZF-Mikrowellensignal 12 vorhanden ist, welches andererseits das flußaufwärtige ZF-Mikrowellensignal 12 beeinträchtigen würde, wenn dasselbe mit den flußaufwärtigen ZF-Mikrowellensignalen der anderen Segmente kombiniert wird. Das Rauschen, das sich außerhalb der Bandbreite des ausgewählten spektralen Segments 44 befindet, wird von dem SAW-Filter 49 in dem rPST 40 ausgefiltert. Der Empfangeingangoszillator 46 und der Empfangsausgangoszillator 48 sind mit einem Referenzsignal (nicht gezeigt) phasensynchronisiert, das an den Referenzeingang REF angelegt ist. Das Phasenrauschen, das durch die Frequenzverschiebung und die Umsetzung des ausgewählten spektralen Segments 43 hinzugefügt wird, wird durch Verwenden eines Referenzsignals, das ein niedriges Phasenrauschen aufweist, minimiert.

Typischerweise sind sowohl das tPST-Modul 30 als auch das rPST-Modul 40 in jeden Sektor 15a-15d in dem Basismodul 5 einer LMDS-Basisstation 10 integriert (wie es in Fig. 1 gezeigt ist). Die Module können auf einer gedruckten Schaltungsplatine implementiert sein, wodurch es ermöglicht wird, daß die Module niedrige Herstellungskosten besitzen. Da die Filterung in jedem Modul 30, 40 bei einer vorbestimmten ZF-Frequenz stattfindet, können die Filter 39a-39c, 49 optimiert werden, um einen genau definierten Amplitudenfrequenzgang, eine genau definierte Gruppenlaufzeit und Selektivität aufzuweisen, die auf die Systemanforderungen des LMDS zugeschnitten sind. Eine Auswahl von spektralen Segmenten mit unterschiedlichen Bandbreiten kann ohne weiteres in das rPST-Modul 40 oder das tPST-Modul 30 aufgenommen werden, indem parallel zu den Filtern, die bereits in den Modulen vorhanden sind, Filter mit den gewünschten Bandbreiten hinzugefügt werden oder indem die Filter in den Modulen ersetzt werden.

Einstellungen an den Frequenzbereichen des ZF-Sendemikrowellensignals 6, das an den Eingang 8 angelegt ist, und des flußabwärtigen Mikrowellensignals 7, das an dem tPST-Ausgang 9 erzeugt wird, können ohne weiteres in dem tPST 30 untergebracht werden, indem die Abstimmungsbereiche des Eingangoszillators 36 und des Ausgangoszillators 38 in dem tPST 30 eingestellt werden. Auf ähnliche Weise können die Einstellungen an den Frequenzbereichen des flußaufwärtigen Mikrowellensignals 12, das an den rPST-Eingang 13 angelegt ist, und des empfangenen ZF-Mikrowellensignal 15, das von dem rPST-Ausgang 14 erzeugt wird, ohne weiteres in dem rPST 40 untergebracht werden, indem die Abstimmungsbereiche des Einganglokaloszillators 46 und des Ausganglokaloszillators 48 in dem rPST 40 eingestellt werden. Daher ist sowohl bei dem rPST 40 als auch bei dem tPST 30 die spektrale Position des ausgewählten spektralen Segments an den Ausgängen der Module bezüglich der Positionen der spektralen Segmente an den Eingängen der Module unabhängig programmierbar.

Patentansprüche

1. Programmierbares Bandauswahl/Übertragungsmodul (30; 40) für einen lokalen Mehrpunktverteildienst, das an einem Moduleingang (8; 13) eine Mehrzahl von spektralen Segmenten (33; 43) mit einem vorbestimmten spektralen Segment, das um eine Eingangs frequenz ($F_{EIN}; Fr_{EIN}$) angeordnet ist, empfängt, und an einem Modulausgang (9; 14) das vorbestimmte spektrale Segment, das um eine vorbestimmte Ausgangsfrequenz

($F_{AUS}; Fr_{AUS}$) angeordnet ist, überträgt, wobei das Modul folgende Merkmale aufweist:
 einen ersten programmierbaren Oszillator (36; 46), der ein erstes Signal (LO1; rLO1) bei einer ersten Frequenz erzeugt;
 einen ersten Mischer (35; 45), der mit dem ersten programmierbaren Oszillator (36; 46) und dem Moduleingang (8; 13) gekoppelt ist, mit einem ersten Eingangstor (L), das das erste Signal (rLO1; LO1) empfängt, einem zweiten Eingangstor (R), das die Mehrzahl von spektralen Segmenten empfängt, und mit einem ersten Ausgangstor (I), wobei der erste Mischer (35; 45) die Eingangsfrequenz ($F_{EIN}; Fr_{EIN}$) verschiebt, um das vorbestimmte spektrale Segment der Mehrzahl um eine ZF-Frequenz an dem ersten Ausgangstor (I) anzugeben;
 eine Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c; 49), die mit dem ersten Ausgangstor (I) gekoppelt ist, die das vorbestimmte spektrale Segment (34; 44) aus der Mehrzahl der spektralen Segmente (33; 43) auswählt;
 einen zweiten programmierbaren Oszillator (38; 48), der ein zweites Signal (LO2; rLO2) bei einer zweiten Frequenz erzeugt; und
 einen zweiten Mischer (37; 47) mit einem ersten Eingang (I), der mit der Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c; 49) gekoppelt ist, und mit einem zweiten Eingang (L), der mit dem zweiten Oszillator gekoppelt ist, wobei der erste Eingang (I) das vorbestimmte spektrale Segment (34; 44) von der Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c; 49) empfängt, wobei der zweite Eingang (L) das zweite Signal empfängt, wobei der zweite Mischer (37; 47) ein Mischerausgangstor (R) aufweist, das mit dem Modulausgang (9; 14) gekoppelt ist, wobei der zweite Mischer (37; 47) die ZF-Frequenz ($F_{ZF}; Fr_{ZF}$) in eine Ausgangsfrequenz ($F_{AUS}; Fr_{AUS}$) umsetzt, um das vorbestimmte spektrale Segment (34; 44) um die vorbestimmte Ausgangsfrequenz ($F_{AUS}; Fr_{AUS}$) an dem zweiten Ausgangstor (R) anzugeben.

2. Modul (30; 40) gemäß Anspruch 1, bei dem die Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c; 49) einen Durchlaßbereich aufweist, der um die ZF-Frequenz ($F_{ZF}; Fr_{ZF}$) angeordnet ist.

3. Modul (30) gemäß Anspruch 2, bei dem die Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c) mehrere Filter umfaßt, wobei der Durchlaßbereich jedes Filters der mehreren Filter eine unterschiedliche Bandbreite aufweist, wobei das Modul (30) ferner einen ersten Umschalter (S1a), der zwischen dem ersten Ausgangstor (I) und die Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c) gekoppelt ist, und einen zweiten Umschalter (S1b) aufweist, der zwischen die Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c) und den ersten Eingang (I) des zweiten Mischers (37) gekoppelt ist, wobei der erste Umschalter (S1a) und der zweite Umschalter (S1b) abwechselnd eines der mehreren Filter (39a, 39b, 39c) mit dem ersten Ausgangstor (I) und dem ersten Eingang (I) koppeln.

4. Modul (30; 40) gemäß Anspruch 2, bei dem das vorbestimmte spektrale Segment (34; 44) in dem Durchlaßbereich der Filtereinrichtung positioniert ist, indem der erste Oszillator (36; 46) programmiert wird, um die erste Frequenz einzustellen, damit dieselbe gleich der Eingangsfrequenz ($F_{EIN}; Fr_{EIN}$) plus der ZF-Frequenz ($F_{ZF}; Fr_{ZF}$) ist.

5. Modul (30; 40) gemäß Anspruch 4, bei dem das vorbestimmte spektrale Segment (34) um die vordefinierte Ausgangsfrequenz ($F_{AUS}; Fr_{AUS}$) angeordnet ist, indem der zweite Oszillator (38; 48) programmiert wird,

um die zweite Frequenz einzustellen, damit dieselbe gleich der vordefinierten Ausgangsfrequenz (F_{AUS}) plus der ZF-Frequenz (F_{ZF}) ist.

6. Modul (30; 40) gemäß Anspruch 5, bei dem der erste programmierbare Oszillator (36; 46) und der zweite programmierbare Oszillator (38; 48) unabhängig programmierbar sind.

7. Modul (40) gemäß Anspruch 5, das ferner eine Schnittstelle (12) aufweist, die mit dem Modulausgang (14) gekoppelt ist und von dem Modul (40) das vorbestimmte spektrale Segment (34) empfängt, das um die vordefinierte Ausgangsfrequenz (F_{AUS}) angeordnet ist.

8. Modul (30) gemäß Anspruch 5, das ferner eine Schnittstelle (12) aufweist, die mit dem Moduleingang (8) gekoppelt ist und die Mehrzahl von spektralen Segmenten erzeugt, die um die Eingangsfrequenz (F_{EIN}) angeordnet sind.

9. Modul (30) gemäß Anspruch 6, das ferner einen Piloteingang (P) aufweist, der mit dem ersten Eingang (I) des zweiten Mischers (37) gekoppelt ist, wobei der Piloteingang (P) entweder ein Pilotenignal oder einen Dienstkanal empfängt, das/der an den Piloteingang angelegt ist.

10. Verfahren zum Auswählen eines vorbestimmtens spektralen Segments (34; 44), das um eine Eingangsfrequenz ($F_{EIN}; F_{rEIN}$) angeordnet ist, aus einer Mehrzahl von spektralen Segmenten (33; 43) und zum Anordnen des vorbestimmten spektralen Segments (34; 44) um eine Ausgangsfrequenz ($F_{AUS}; F_{rAUS}$), wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Empfangen der Mehrzahl von spektralen Segmenten (33; 43) entweder von einer Schnittstelle (12) oder einem Antennenmodul (20a, 20d);

Verschieben der Eingangsfrequenz ($F_{EIN}; F_{rEIN}$) zu einer ZF-Frequenz ($F_{ZF}; F_{rZF}$), um das vorbestimmte spektrale Segment (34; 44) um die ZF-Frequenz ($F_{ZF}; F_{rZF}$) anzugeordnen;

Ausfiltern des vorbestimmten spektralen Segments (34; 44) aus der Mehrzahl der spektralen Segmente (33; 43), das um die ZF-Frequenz ($F_{ZF}; F_{rZF}$) angeordnet ist, mit einem Filter, das einen Durchlaßbereich aufweist;

Umsetzen der ZF-Frequenz ($F_{ZF}; F_{rZF}$) in eine Ausgangsfrequenz ($F_{AUS}; F_{rAUS}$), um das vorbestimmte spektrale Segment (34; 44) um die vordefinierte Ausgangsfrequenz ($F_{AUS}; F_{rAUS}$) anzugeordnen;

Übertragen des vorbestimmten spektralen Segments (34; 44), das um die vordefinierte Ausgangsfrequenz ($F_{AUS}; F_{rAUS}$) angeordnet ist, zu der Schnittstelle (12), wenn die Mehrzahl der spektralen Segmente (33; 43) von dem Antennenmodul (20a, 20d) empfangen wird; und

Übertragen des vorbestimmten spektralen Segments (34; 44), das um die vordefinierte Ausgangsfrequenz ($F_{AUS}; F_{rAUS}$) angeordnet ist, zu dem Antennenmodul (20a, 20d), wenn die Mehrzahl von spektralen Segmenten (33; 43) von der Schnittstelle (12) empfangen wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem der Schritt des Filters den Schritt des Auswählens eines von mehreren Filtern (39a, 39b, 39c) aufweist, wobei jedes der mehreren Filter (39a, 39b, 39c) einen festen Durchlaßbereich mit einer unterschiedlichen Bandbreite aufweist.

12. Sektor (15a, 15b, 15c, 15d) für eine Basisstation (10) eines lokalen Mehrpunktverteilerdienstes, der eine Schnittstelle (12) mit einem Antennenmodul (20a, 20d) koppelt, wobei der Sektor (15a, 15b, 15c, 15d) fol-

gende Merkmale aufweist:

ein programmierbares Sendebandauswahl/Übertragungsmodul (30), das von der Schnittstelle (12) eine erste Mehrzahl von spektralen Segmenten (33) mit einem ersten spektralen Segment der ersten Mehrzahl empfängt, das um eine erste Eingangsfrequenz (F_{EIN}) angeordnet ist, und das das erste spektrale Segment, das um eine erste Ausgangsfrequenz (F_{AUS}) angeordnet ist, zu dem Antennenmodul (20a, 20d) überträgt; und

ein programmierbares Empfangsbandauswahl/Übertragungsmodul (40), das von dem Antennenmodul (20a, 20d) eine zweite Mehrzahl von spektralen Segmenten (43) mit einem zweiten spektralen Segment der zweiten Mehrzahl empfängt, das um eine zweite Eingangsfrequenz (F_{rEIN}) angeordnet ist, und das das zweite spektrale Segment, das um eine zweite Ausgangsfrequenz (F_{rAUS}) angeordnet ist, zu der Schnittstelle (12) überträgt, wobei das programmierbare Empfangsbandauswahl/Übertragungsmodul (40) und das programmierbare Sendebandauswahl/Übertragungsmodul (30) folgende Merkmale aufweisen,

einen ersten programmierbaren Oszillator (36; 46), der ein erstes Signal ($L_{O1}; L_{rO2}$) bei einer ersten Frequenz erzeugt,

einen ersten Mischer (35; 45), der mit dem ersten programmierbaren Oszillator (36; 46) und entweder mit der Schnittstelle (12) oder dem Antennenmodul (20a, 20d) gekoppelt ist, mit einem ersten Eingangstor (L), das das erste Signal ($L_{O1}; L_{rO2}$) empfängt, mit einem zweiten Eingangstor (R), das entweder das erste (34) oder das zweite (44) vorbestimmte spektrale Segment empfängt, und mit einem ersten Ausgangstor (I), wobei der erste Mischer (35; 45) entweder das erste (33) oder das zweite (43) spektrale Segment verschiebt, um entweder das erste oder das zweite spektrale Segment um eine ZF-Frequenz an dem ersten Ausgangstor (I) anzurichten,

eine Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c; 49), die mit dem ersten Ausgangstor (I) gekoppelt ist, die entweder das erste (33) oder das zweite (43) spektrale Segment auswählt, das um die ZF-Frequenz angeordnet ist, einen zweiten programmierbaren Oszillator (38; 48), der ein zweites Signal ($L_{O2}; L_{rO2}$) bei einer zweiten Frequenz erzeugt, und

einen zweiten Mischer (37; 47), der mit der Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c; 49) und dem zweiten Oszillator (38; 48) gekoppelt ist, wobei der zweite Mischer (37; 47) einen ersten Eingang (1) aufweist, der entweder das erste (34) oder das zweite (44) ausgewählte spektrale Segment empfängt, das um die ZF-Frequenz ($F_{ZF}; F_{rZF}$) angeordnet ist, der einen zweiten Eingang (L) aufweist, der das zweite Signal ($L_{O2}; L_{rO2}$) empfängt, und der ein zweites Ausgangstor (R) aufweist, wobei der zweite Mischer (37; 47) die ZF-Frequenz ($F_{ZF}; F_{rZF}$) entweder zu der ersten (F_{AUS}) oder der zweiten (F_{rAUS}) Ausgangsfrequenz umsetzt, um entweder das erste (34) oder das zweite (44) ausgewählte spektrale Segment entweder um die erste (F_{AUS}) oder die zweite (F_{rAUS}) Ausgangsfrequenz an dem zweiten Ausgangstor (R) anzurichten.

13. Modul (30; 40) gemäß Anspruch 12, bei dem die Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c; 49) einen Durchlaßbereich aufweist, der um die ZF-Frequenz ($F_{ZF}; F_{rZF}$) angeordnet ist.

14. Modul (30) gemäß Anspruch 13, bei dem das erste spektrale Segment (34) in dem Durchlaßbereich der Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c) positioniert ist, indem

der erste Oszillator (36) programmiert wird, um die erste Frequenz einzustellen, damit dieselbe gleich der ersten Eingangsfrequenz (F_{EIN}) plus der ZF-Frequenz (F_{ZF}) ist.

15. Modul (40) gemäß Anspruch 13, bei dem das zweite vorbestimmte spektrale Segment (44) in dem Durchlaßband der Filtereinrichtung (49) positioniert ist, indem der erste Oszillator (46) programmiert wird, um die erste Frequenz einzustellen, damit dieselbe 5
gleich der zweiten Eingangsfrequenz (F_{EIN}) plus der ZF-Frequenz (F_{ZF}) ist.

16. Modul (30) gemäß Anspruch 13, bei dem die Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c) mehrere Filter umfaßt, wobei jedes der mehreren Filter einen Durchlaßbereich mit einer unterschiedlichen Bandbreite aufweist, wobei 15
das Modul (30) ferner einen ersten Umschalter (S1a), der zwischen das erste Ausgangstor (I) und die Filter-
einrichtung (39a, 39b, 39c) gekoppelt ist, und einen zweiten Umschalter (S1b) aufweist, der zwischen die 20
Filtereinrichtung (39a, 39b, 39c) und den ersten Ein-
gang des zweiten Mischers (37) gekoppelt ist, wobei
der erste Umschalter (S1a) und der zweite Umschalter 25
(S1b) abwechselnd eines der mehreren Filter mit dem ersten Ausgangstor (I) und dem ersten Eingang (I) kop-
peln.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

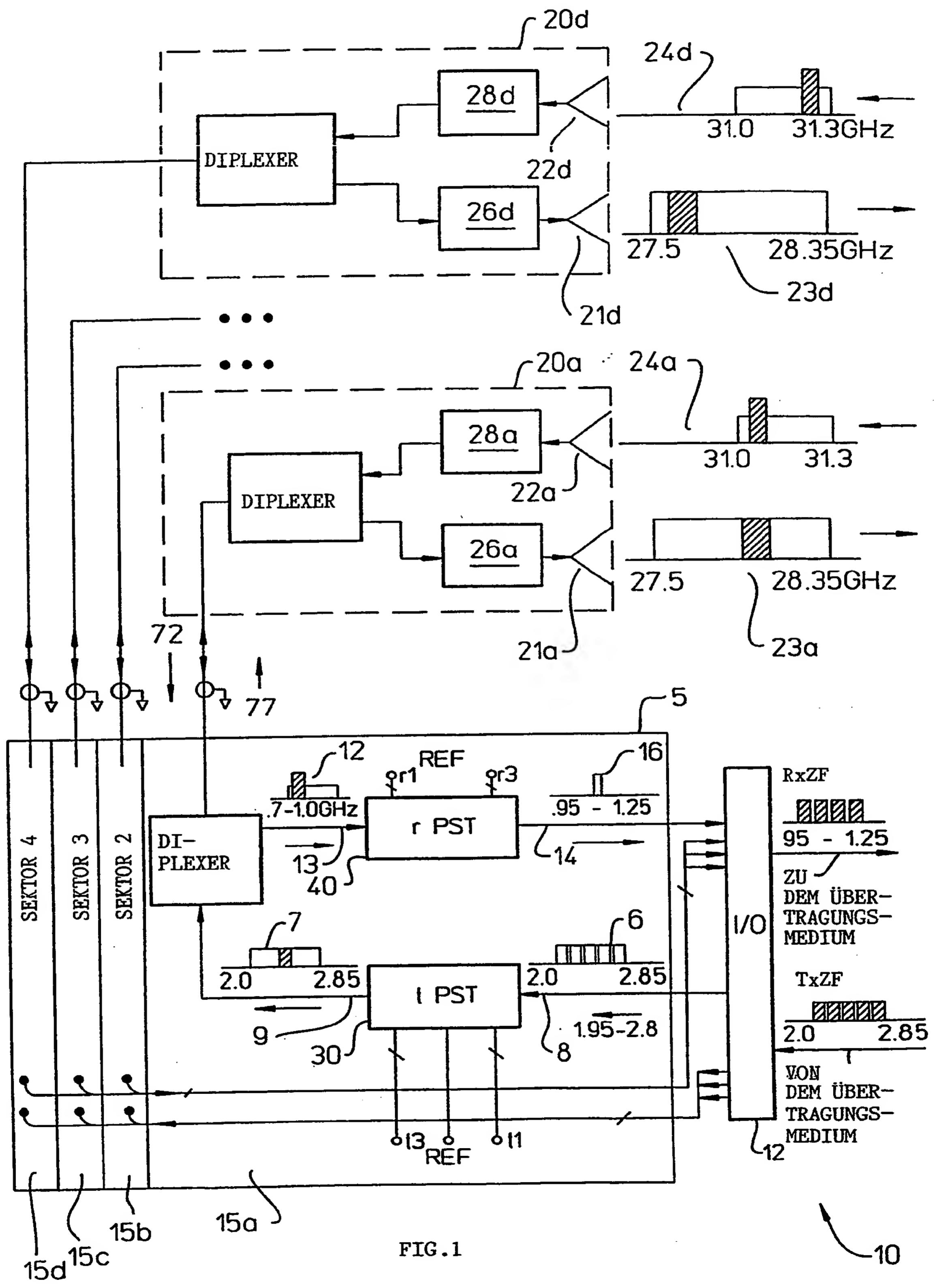


FIG.1

